

PATENT
32860-000660/US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Anton NEKOVAR

Application No.: NEW

Filed: November 13, 2003

For: **X-RAY DIAGNOSTIC SYSTEM WITH A CCD CAMERA**

PRIORITY LETTER

November 13, 2003

COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Dear Sirs:

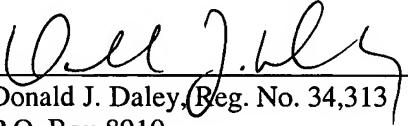
Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. 119, enclosed is/are a certified copy of the following priority document(s).

| <u>Application No.</u> | <u>Date Filed</u> | <u>Country</u> |
|------------------------|-------------------|----------------|
| 10253076.9 | November 13, 2002 | GERMANY |

In support of Applicant's priority claim, please enter this document into the file.

Respectfully submitted,

HARNESS, DICKEY, & PIERCE, P.L.C.

By 
Donald J. Daley, Reg. No. 34,313
P.O. Box 8910
Reston, Virginia 20195
(703) 668-8000

DJD:jj

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 53 076.9

Anmeldetag: 13. November 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer CCD-Kamera

IPC: H 04 N, A 61 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

Beschreibung

Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer CCD-Kamera

5 Die Erfindung betrifft eine Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer CCD-Kamera, einer Vorrichtung zur Erzeugung externer Triggerimpulse und einer Systemsteuerung, die derart ausgebildet ist, dass bei fehlender Röntgenstrahlung eine Ausle-
10 sungen der CCD-Kamera ohne Nutzsignal in regelmäßigen Zeitab- ständen erfolgt.

Aus der DE 44 24 905 C1 ist eine Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem CCD-Bildwandler bekannt, bei der die Nutzladung des
15 CCD-Bildwandlers zwei Mal abgetastet wird und im Falle einer Übersteuerung das Bildpunktsignal der ersten Abtastung durch ein entsprechend angepasstes Signal der zweiten Abtastung ersetzt wird.

Bei derartigen Röntgendiagnostikeinrichtungen tritt jedoch
20 das Problem auf, dass in Abhängigkeit von dem Zeitraum zwischen der letzten Abtastung und der aktuellen Abtastung auf dem CCD-Bildwandler ein Dunkelsignal aufsummiert wird. Durch ergeben sich bei der ersten Aufnahme andere Dunkelsignalverhältnisse als bei den darauf folgenden, die mehr oder
25 weniger regelmäßig in festen Abständen folgen.

Es ist bereits bekannt, bei fehlender Röntgenstrahlung die
CCD-Kamera ohne Nutzsignal in regelmäßigen Zeitabständen aus-
zulesen, damit der Dunkelsignalanteil reduziert wird; jedoch
30 treten auch hier unregelmäßige Abstände zwischen letzter Aus- lesung ohne Nutzsignal und erster Belichtung sowie zwischen den Auslesungen mit Nutzsignal auf.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, eine Röntgendiagnos-
35 tikeinrichtung der eingangs genannten Art derart auszubilden,
dass der Dunkelsignalanteil in den Aufnahmen stark reduziert und für alle zyklisch folgenden Aufnahmen nahezu gleich ist.

Die Aufgabe wird durch die in dem Patentanspruch 1 angegebenen kennzeichnenden Merkmale gelöst. Dadurch wird erreicht, dass bei größerem Abstand eines Aufnahmeimpulses zu dem letzten Ausleseimpuls der CCD-Kamera ein nahezu gleichmäßiger Abstand erreicht wird.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn bei Auftreten eines externen Triggerimpulses zu einem Zeitpunkt, in dem eine Auslesung der CCD-Kamera erfolgt, sofort die Röntgendiagnostikeinrichtung zur Aussendung von Röntgenstrahlung getriggert und anschließend das Nutzsignal ausgelesen werden.

In vorteilhafter Weise kann bei Auftreten eines externen Triggerimpulses zu einem Zeitpunkt, in dem keine Auslesung der CCD-Kamera erfolgt, erst eine Auslesung ohne Nutzsignal durchgeführt und dann die Röntgendiagnostikeinrichtung zur Aussendung von Röntgenstrahlung getriggert werden.

Erfindungsgemäß kann die Vorrichtung zur Erzeugung externer Triggerimpulse eine EKG-Elektrode mit zugehöriger Steuerung oder ein Winkelgeber sein.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine bekannte Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem Röntgendetektor,

Figuren 2 bis 5 Kurven der Takt- und Steuersignale einer bekannten Röntgendiagnostikeinrichtung, davon

Figur 2 Triggerung der CCD-Kamera 8,

Figur 3 Auslesesignal der CCD-Kamera 8,

Figur 4 externe Trigger,

Figur 5 Röntgenstrahlung,

5 Figuren 6 bis 14 Kurven der Takt- und Steuersignale einer erfindungsgemäßen Röntgendiagnostikeinrichtung, davon

10 Figur 6 Reset-Triggerung der CCD-Kamera 8,

Figur 7 Dunkelauslesung der CCD-Kamera 8,

15 Figur 8 externe Trigger der Röntgendiagnostikeinrichtung,

Figur 9 Röntgenstrahlung der Röntgendiagnostikeinrichtung,

20 Figur 10 Ausleseimpulse der CCD-Kamera 8,

Figur 11 Auslesesignale der CCD-Kamera 8,

25 Figur 12 externe Trigger der Röntgendiagnostikeinrichtung,

Figur 13 Kamera-Trigger der CCD-Kamera 8 und

Figur 14 das Steuersignal für die Röntgenstrahlung.

30 In der Figur 1 ist eine von einem Hochspannungsgenerator 1 betriebene Röntgenröhre 2 dargestellt, die ein Röntgenstrahlbündel 3 aussendet, das einen Patienten 4 durchdringt. Die Röntgenröhre 2 ist über einen C-Bogen 5 mit einem Röntgenbildverstärker 6 mechanisch gekoppelt. Anstelle der starren mechanischen Kopplung durch den C-Bogen 5 kann jedoch auch eine elektronische Kopplung vorgesehen sein, wenn die Rönt-

genröhre 2 und der Röntgenbildverstärker 6 beispielsweise an frei positionierbaren Teleskoparmen angeordnet sind.

Der Ausgangsleuchtschirm des Röntgenbildverstärkers 6 ist
5 über eine Optik 7 mit einer CCD-Kamera 8 gekoppelt, deren Ausgangssignal einem Bildsystem 9 zugeführt wird, das mit einem Monitor 10 zur Wiedergabe verbunden ist. Die Komponenten werden mit einer Systemsteuerung und -kommunikation 11 in ihren zeitlichen Abläufen gesteuert. An dem Patienten 4 ist
10 eine EKG-Elektrode 12 befestigt, deren Ausgangssignal zur Steuerung des Hochspannungsgenerators verbunden ist (wie noch weiter erläutert wird). Lassen sich Aufnahmen beispielsweise für eine Rotationsangiographie mit dieser Röntgendiagnostik-
einrichtung erstellen, so kann ein Winkelgeber 13 an dem
15 C-Bogen 5 angebracht sein, der ebenfalls mit der Systemsteuerung 11 verbunden ist.

Anhand der Figuren 2 bis 5 werden die Takt- und Steuersignale einer Röntgendiagnostikeinrichtung gemäß dem Stand der Technik näher erläutert.
20

In der Figur 2 ist die Triggerung der CCD-Kamera 8 wiedergegeben. Beispielsweise alle 264 ms wird ein Resetimpuls 14 erzeugt, der einen automatischen Reset bewirkt. Dieser Reset soll verhindern, dass ein zu hohes Dunkelsignal am CCD-Bildwandler aufläuft. Diese Resetimpulse 14 haben eine in Figur 3 gezeigte Auslesung des CCD-Bildwandlers zur Folge, die als Dunkelauslesung 15 dargestellt ist. Diese Ausleesezeit der Kamera beträgt in unserem Beispiel 66 ms. In der Figur 4 ist
25 der externe Trigger wiedergegeben, der beispielsweise aus dem durch die EKG-Elektrode 12 erfassten EKG einer Untersuchungsperson oder aufgrund einer durch den Winkelgeber 13 gesteuerten Winkeltriggerung erzeugt wird. Aufgrund dieses Triggerimpulses 16 werden die in der Figur 5 dargestellten Strahlungs-
30 impulse 17 der Röntgenstrahlung erzeugt, an deren durch eine nicht dargestellte Belichtungsregelung gesteuerten Ende beim Kamera-Trigger ein Ausleseimpuls 18 gesetzt wird, wodurch der
35

CCD-Bildwandler ausgelesen wird, wie dies durch die Auslese-signale 19 bis 22 in der Figur 3 wiedergegeben ist.

In dem dargestellten Falle ist der Abstand des externen Triggerimpulses 16 zu dem automatischen Resetimpuls 14 sehr viel kleiner als 264 ms, so dass der Anteil des Dunkelsignals in dem ersten Auslesesignal 19 sehr gering ist.

Tritt nun der externe Triggerimpuls 16 zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb des Reset-Intervalls von 264 ms auf, so steigt das Dunkelsignal an und ist in dem Falle, bei dem über fast 260 ms gemittelt wird und der durch die gestrichelten Impulse 23 bis 26 dargestellt ist, sehr hoch und störend. Die Impulse 23 bis 26 treten anstelle der Impulse 16 bis 19 auf.

Die weiteren externen Triggerimpulse 16 steuern in bekannter Weise die Strahlung und darauffolgend die Auslesung des CCD-Bildwandlers. Diese externen Triggerimpulse 16 können zeitlich unregelmäßig auftreten, da sie im ersten Beispiel vom EKG gesteuert werden und im zweiten Beispiel bei einer Bewegung des Bilderzeugungssystem von der Geschwindigkeit beim Beschleunigen oder Bremsen abhängen. Dadurch ergeben sich auch zwischen den einzelnen Kamera-Triggerimpulsen unterschiedliche Zeiten t_1 bis t_3 , so dass auch das Dunkelsignal der entsprechenden Auslesungen entsprechend variieren kann.

Der Bildwandler der CCD-Kamera 8 ist ein IT-Bildwandler (interline transfer), bei dem die in dem lichtempfindlichen Bereich aufgesammelte Ladung durch einen Triggerimpuls (14, 18 oder 23) innerhalb kürzester Zeit (beispielsweise $\leq 300 \mu s$) in einen Speicherbereich transferiert wird, der gegenüber Lichteinfall abgeschirmt ist; danach kann dann sofort die eigentliche Belichtung des lichtempfindlichen Bereichs des CCD-Bildwandlers stattfinden. Aus diesem Speicherbereich erfolgt dann auch sofort die eigentliche Auslesung der Belichtung entsprechenden Ladung aus dem abgeschirmten Bereich, die dann

als Videosignal dem Bildsystem 9 zugeführt wird. Dieser Auslesevorgang dauert 66 ms.

Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Röntgendiagnostik-
5 einrichtung wird nun anhand der in den Figuren 6 bis 11 dar-
gestellten Takt- und Steuersignale näher erläutert. In der
Figur 6 ist die Reset-Triggerung der CCD-Kamera 8 mit den Re-
setimpulsen 14 wiedergegeben. Aufgrund dieser alle 264 ms
wiederkehrenden Resetimpulse 14 erfolgt eine Dunkelauslesung
10 15, die in Figur 7 dargestellt ist. Tritt nun beim externen
Trigger in Figur 8 ein Triggerimpuls 16 auf, der durch die
EKG-Elektrode 12 und/oder dem Winkelgeber 13 ausgelöst sein
kann, so bewirkt dies einen Resetimpuls 27, der eine Dunkel-
auslesung 28 zur Folge hat. Um eine Zeitspanne kleiner oder
15 gleich 300 μ s versetzt wird ein in Figur 9 dargestellter
Strahlungsimpuls 17 ausgelöst, dessen Länge von der Objektdi-
cke abhängig ist (wird entsprechend ausgeregelt). Entweder
bei Beendigung der Dunkelauslesung 28 oder des Strahlungsim-
pulses 17 wird ein in Figur 10 dargestellter Ausleseimpuls 18
20 erzeugt, der eine Auslesung des Bildes bewirkt, was durch die
in Figur 11 dargestellten Auslesesignale 29 wiedergegeben
ist.

5 Dies bedeutet jedoch, dass unmittelbar vor einem Auslesesignal 29 eine Dunkelauslesung 28 erfolgt, so dass unabhängig von den Zeitspannen t_1 bis t_3 der in dem Nutzsignal enthalte-
ne Dunkelsignalanteil immer gleich und sehr gering ist.

Der IT-Bildwandler der CCD-Kamera 8 wird also derart ange-
30 steuert, dass mit dem Resetimpuls 27 die in dem lichtempfind-
lichen Bereich aufgesammelte Dunkelladung innerhalb einer
Zeit von beispielsweise 300 μ s in den gegenüber Lichteinfall
abgeschirmten Speicherbereich transferiert wird. Danach folgt
die Belichtung des lichtempfindlichen Bereichs des CCD-Bild-
35 wandlers während der Strahlungsimpulse 17. Gleichzeitig wird
das Dunkelsignal aus dem Speicherbereich ausgelesen. Nach
dieser Dunkelauslesung 28 erfolgt mit dem Ausleseimpuls 18

der Transfer der bei der eigentlichen Belichtung entstandenen Ladungsbildes in den Speicherbereich. Aus diesem Speicherbereich erfolgt dann auch sofort die eigentliche Auslesung der der Belichtung entsprechenden Ladung aus dem abgeschirmten 5 Bereich, die dann als Auslesesignal 29 dem Bildsystem 9 zugeführt wird.

Die in Figur 6 und Figur 10 sowie die in Figur 7 und Figur 11 dargestellten Impulse liegen üblicherweise jeweils auf den 10 gleichen Leitungen, wie dies bei den Figuren 2 und 3 dargestellt ist. Lediglich zur besseren Übersicht wurden sie getrennt gezeigt.

Anhand der Figuren 12 bis 14 wird nun die erfindungsgemäße 15 Ansteuerung für einen weiteren Fall näher erläutert. In der Figur 12 ist wieder das externe Triggersignal, in Figur 13 der Kamera-Trigger und in Figur 14 das Steuersignal für die Röntgenstrahlung wiedergegeben. Beträgt nun der Abstand zwischen einem Resetimpuls 14 zu dem externen Triggerimpuls 16 20 weniger als 66 ms (aber mehr als 300 μ s), so wird unmittelbar durch den Triggerimpuls 16 ein Röntgen-Triggerimpuls 30 erzeugt, der die Röntgenstrahlung startet. Anschließend wird durch den Ausleseimpuls 18 der Transfer der Ladung des CCD-Bildwandlers getriggert.

Beträgt jedoch, wie in den Figuren 6 bis 11 dargestellt, der 25 Abstand zwischen dem Resetimpuls 14 und dem externen Triggerimpuls 16 mehr als 66 ms, so wird erst der weitere Resetimpuls 27 gesetzt, der eine erneute Dunkelauslesung 28 bewirkt. 30 Erst nach Beendigung des Resetimpulses 27 wird dann ein Röntgen-Triggerimpuls gesetzt, so dass die Röntgenstrahlung etwas zeitversetzt gegenüber dem externen Triggerimpuls 16 gestartet wird. Dann wird durch den Ausleseimpuls 18 der Transfer der Ladung des CCD-Bildwandlers getriggert.

35 Ein einfacherer Aufbau der Systemsteuerung 11 ergibt sich, wenn bei Auftreten des externen Triggerimpulses 16 der Rönt-

gen-Triggerimpuls 26 um die Zeit verzögert wird, die benötigt wird, die Ladung aus dem lichtempfindlichen Bereich des CCD-Bildwandlers in den Speicherbereich zu transferieren. Dies sind im beschriebenen Beispiel 300 μ s. Dadurch braucht diese 5 Steuerung nicht zu erwägen, ob der externe Triggerimpuls 16 weniger oder mehr als 66 ms von dem Resetimpuls 14 entfernt ist. Auch braucht der Ausleseimpuls 18 nicht 66 ms nach dem Triggerimpuls 16 gesetzt zu werden. Bei dem anhand der Figuren 12 bis 14 beschriebenen Beispiel könnte er auch direkt 10 nach Beendigung der in diesen Figuren nicht dargestellten Röntgenstrahlung erzeugt und durch diese getriggert werden.

Bei den bekannten Röntgendiagnostikeinrichtungen dienen die alle 264 ms erzeugten Resetimpulse zur sogenannten Dark-Triggerung, zur Verhinderung eines zu hohen Dunkelsignals am CCD-Bildwandler, wenn keine externen Trigger erfolgen. Erfolgt nun die externe Triggerung, ist das Dunkelsignal abhängig von den Zeiten der Triggerung.

Bei der erfindungsgemäßen Röntgendiagnostikeinrichtung dagegen erfolgt auch alle 264 ms ein Resetimpuls 14 zur Dark-Triggerung solange keine externe Triggerung vorliegt, danach erfolgt aber immer ausgelöst durch den externen Trigger ein Resetimpuls 27 zur Dark-Triggerung und die eigentliche Belichtung erfolgt danach mit einer Verzögerung von ca. 300 μ s. Damit ist gewährleistet, dass alle Bilder das gleiche Dunkel- 25 signal (gegen Null gehend) aufweisen.

Lediglich bei der Sondersituation, bei der der erste externe 30 Triggerimpuls 16 innerhalb eines Fensters von 66 ms nach dem letzten periodischen (264 ms) Resetimpuls 14 zur Dark-Triggerung kommt, würde die Kamera doppelt getriggert. Die Kamera benötigt jedoch nach einem Trigger 66 ms, um wieder sinnvoll auf den nächsten Trigger zu reagieren. Dies hängt mit dem 35 Auslesemechanismus des CCD-Bildwandlers zusammen. Es gibt ansonsten Bereiche im CCD-Bildwandler, die bereits ausgelesen sind, und welche, die noch nicht ausgelesen sind. Dies würde

dann zu einer unterschiedlichen Dunkelsignalverteilung im eigentlichen Bild führen. Daher wird in diesem Fall der Kamera-Trigger (Dark) unterdrückt, damit alle Bilder der Serie exakt die gleichen Voraussetzungen, sprich Dunkelsignalinhalte, haben.

5

Patentansprüche

1. Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer CCD-Kamera (8), einer Vorrichtung (12, 13) zur Erzeugung externer Triggerimpulse und einer Systemsteuerung (11), die derart ausgebildet ist, dass bei fehlender Röntgenstrahlung eine Auslesung der CCD-Kamera (8) ohne Nutzsignal in regelmäßigen Zeitabständen erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemsteuerung (11) derart ausgebildet ist, dass bei Auftreten eines externen Triggerimpulses (16) zu einem Zeitpunkt, in dem keine Auslesung der CCD-Kamera (8) erfolgt, erst eine Auslesung ohne Nutzsignal ausgelöst wird und dann eine Belichtung der CCD-Kamera (8) erfolgt, und dass bei Auftreten eines externen Triggerimpulses (16) zu einem Zeitpunkt, in dem eine Auslesung der CCD-Kamera (8) erfolgt, eine Auslesung ohne Nutzsignal vor einer Belichtung der CCD-Kamera (8) unterdrückt wird.
2. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Auftreten eines externen Triggerimpulses (16) zu einem Zeitpunkt, in dem eine Auslesung der CCD-Kamera (8) erfolgt, sofort die Röntgendiagnostikeinrichtung zur Aussendung von Röntgenstrahlung getriggert und anschließend das Nutzsignal ausgelesen werden.
3. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Auftreten eines externen Triggerimpulses zu einem Zeitpunkt, in dem keine Auslesung der CCD-Kamera erfolgt, erst eine Auslesung ohne Nutzsignal durchgeführt und dann die Röntgendiagnostikeinrichtung zur Aussendung von Röntgenstrahlung getriggert werden.
4. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

11

dass die Vorrichtung (12, 13) zur Erzeugung externer Trigger-
impulse eine EKG-Elektrode (12) ist.

5. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1

5 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorrichtung (12, 13) zur Erzeugung externer Trigger-
impulse ein Winkelgeber (13) ist.

10

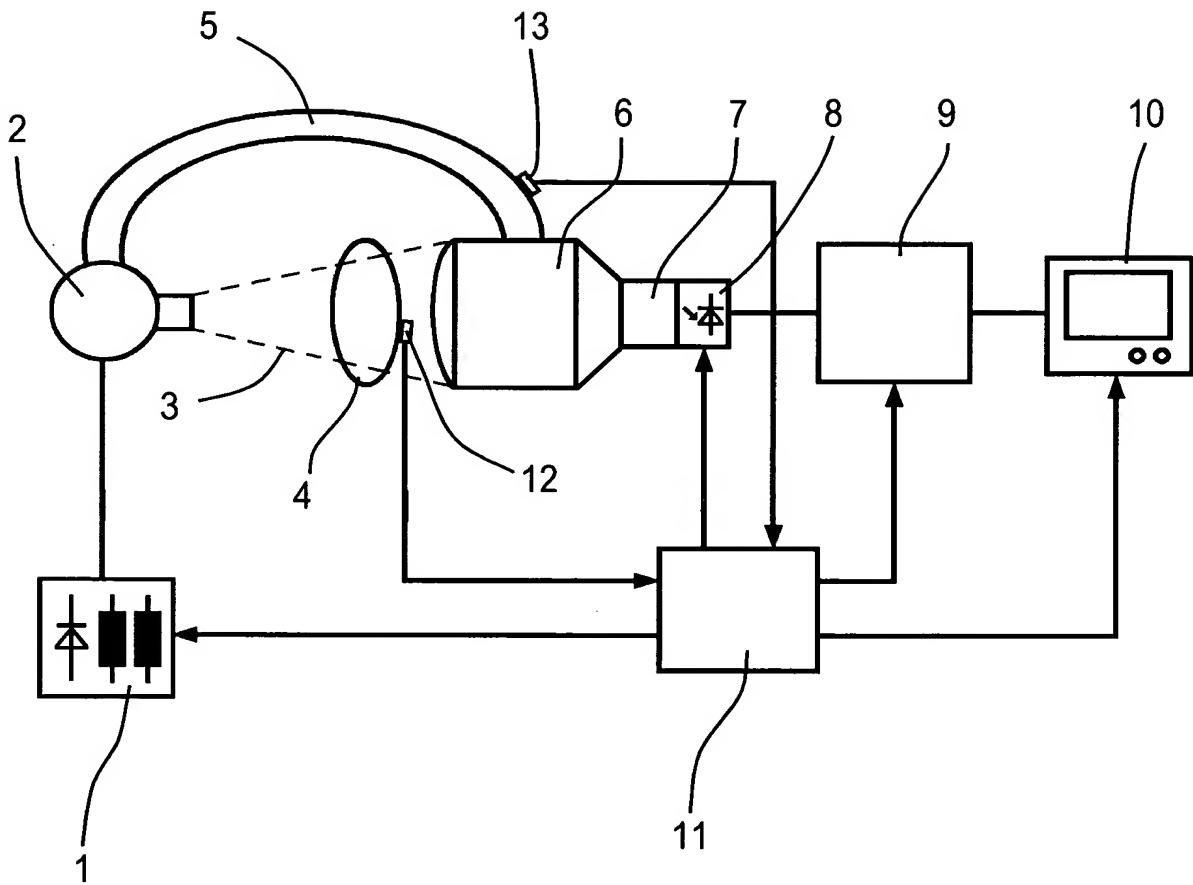
Zusammenfassung

Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer CCD-Kamera

5 Die Erfindung betrifft eine Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer CCD-Kamera (8), einer Vorrichtung (12, 13) zur Erzeugung externer Triggerimpulse und einer Systemsteuerung (11), die derart ausgebildet ist, dass bei fehlender Röntgenstrahlung eine Auslesung der CCD-Kamera (8) ohne Nutzsignal in regelmäßigen Zeitabständen erfolgt. Zur Reduzierung des Dunkel-
10 signalanteils in dem Nutzsignal der CCD-Kamera (8) ist die Systemsteuerung (11) derart ausgebildet, dass bei Auftreten eines externen Triggerimpulses (16) zu einem Zeitpunkt, in dem keine Auslesung der CCD-Kamera (8) erfolgt, erst eine
15 Auslesung ohne Nutzsignal ausgelöst wird und dann eine Belichtung der CCD-Kamera (8) erfolgt, und dass bei Auftreten eines externen Triggerimpulses (16) zu einem Zeitpunkt, in dem eine Auslesung der CCD-Kamera (8) erfolgt, eine Auslesung ohne Nutzsignal vor einer Belichtung der CCD-Kamera (8) unterdrückt wird.
20

Figuren 6 bis 11

FIG 1



200218502

2/4

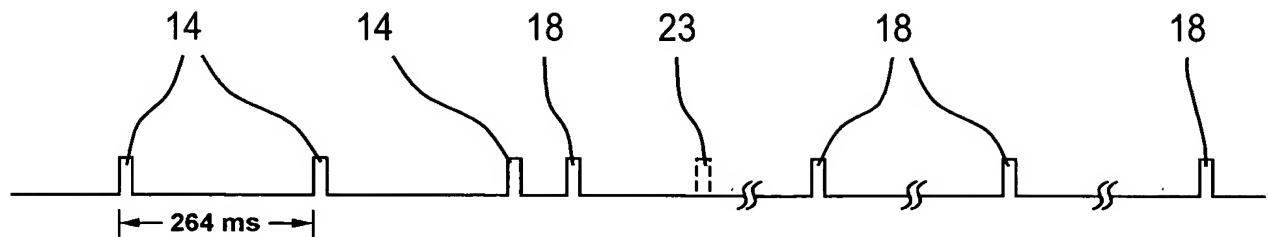


FIG 2

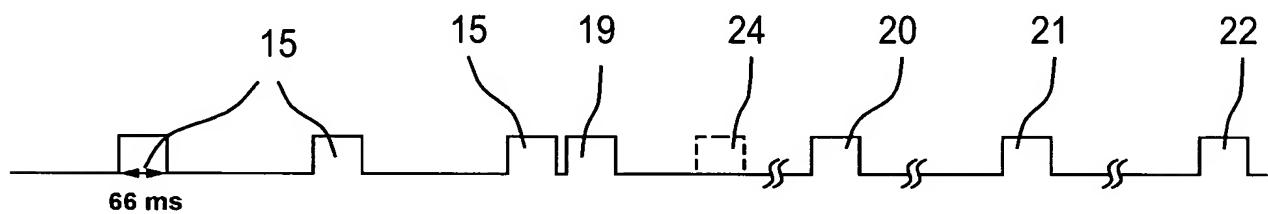


FIG 3

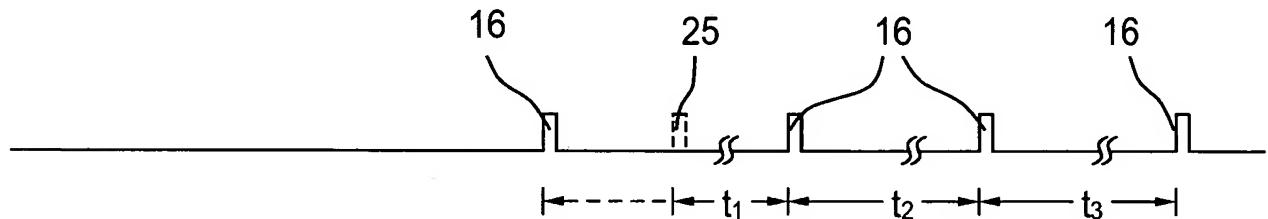


FIG 4

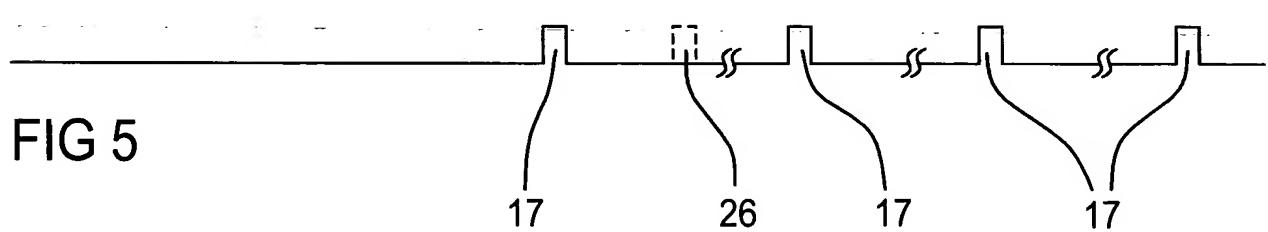
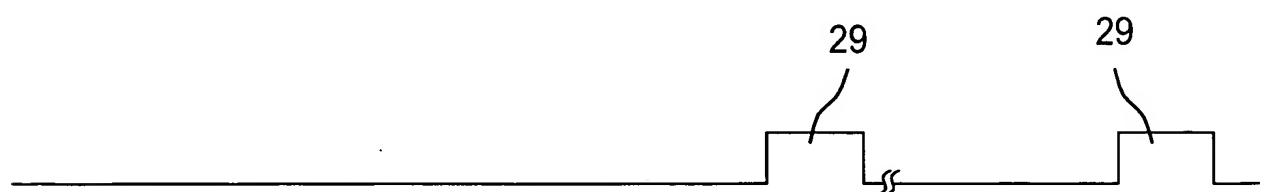
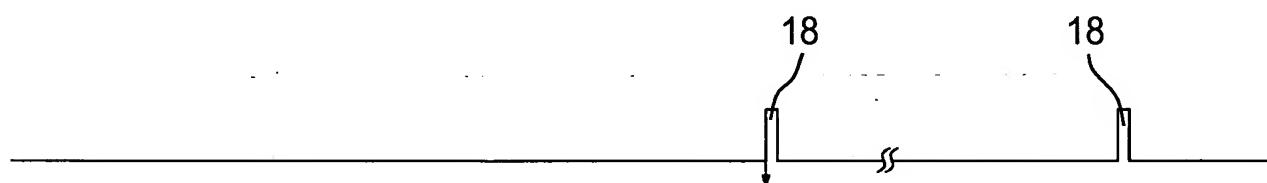
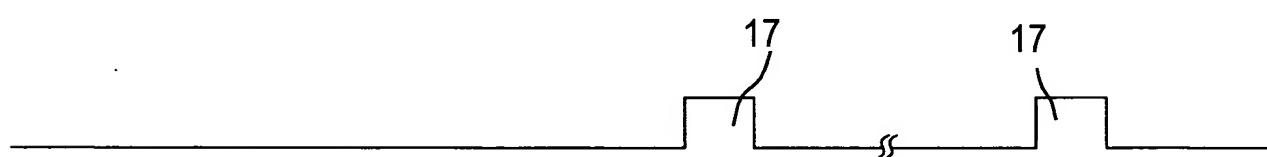
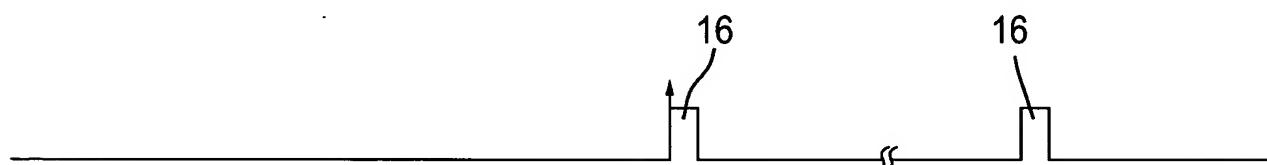
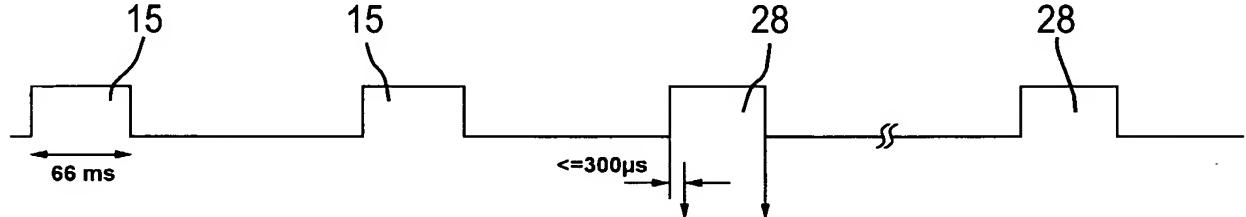
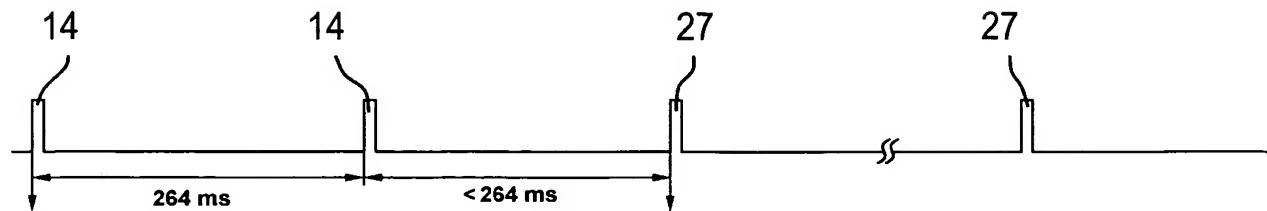


FIG 5

200218502

3/4



200218502

4/4

